

---

# Testi del Syllabus

---

Resp. Did. **BREDA DIMITRI** **Matricola: 004535**

---

Docente **BREDA DIMITRI, 6 CFU**

---

Anno offerta: **2020/2021**

Insegnamento: **MA0690 - SISTEMI DINAMICI APPLICATI**

Corso di studio: **767 - MATEMATICA**

Anno regolamento: **2020**

CFU: **6**

Settore: **MAT/08**

Tipo Attività: **C - Affine/Integrativa**

Anno corso: **1**

Periodo: **Primo Periodo**

---

## Testi in italiano

### Contenuti

Il corso si concentra sulle tematiche dell'analisi di stabilità e biforcazione di equilibri e orbite periodiche di sistemi dinamici sulla base del principio di stabilità linearizzata. I sistemi trattati sono a tempo continuo e fanno riferimento sia ad equazioni differenziali ordinarie (prima parte) che a problemi su spazi di Banach infinito-dimensionali (seconda parte), attraverso lo studio di equazioni funzionali differenziali e integrali con ritardo. Il programma prevede argomenti base e avanzati sia di analisi matematica e funzionale (es. sistemi fondamentali di soluzioni, esponenziali di matrici, teoria di Floquet, esponenti di Lyapunov, teoria dei semigrupp e dei loro generatori e relativa teoria spettrale) sia, in parallelo, di analisi numerica, necessari ad affrontare i problemi di interesse dal punto di vista applicativo e computazionale (es. metodi di continuazione e biforcazione, metodi per problemi ai limiti, approssimazione di spettri di operatori). Il corso prevede esperienze di laboratorio concernenti l'analisi della dinamica di modelli base di particolare interesse applicativo. Circa le applicazioni, il contesto si riferisce in particolare alle dinamiche di popolazioni, con enfasi su modelli sia classici che avanzati nei campi dell'epidemiologia e dell'ecologia. Per il suo carattere avanzato, i contenuti e le modalità d'esame potranno variare, anche in relazione agli interessi dei partecipanti.

### Testi di riferimento

Dispense del corso scritte dal docente in lingua Inglese, complete di attività di laboratorio, relativi codici e bibliografia di riferimento rispetto ai diversi argomenti trattati, rese disponibili sulla pagina e-learning del corso previa iscrizione (<https://elearning.uniud.it/moodle/>).

### Obiettivi formativi

Si tratta di un corso avanzato orientato allo studio dei sistemi dinamici nei loro aspetti di carattere maggiormente numerico e applicativo. Lo studente dovrà:

Conoscenza e comprensione:

- conoscere gli aspetti base dell'analisi dinamica di un sistema
- avere chiaro lo schema dell'analisi di stabilità locale attraverso il principio di linearizzazione
- apprendere le linee guida per studiare i cambi di comportamento dinamico al variare dei parametri coinvolti
- comprendere i fondamenti dei metodi numerici di continuazione e di analisi spettrale, anche in contesti infinito-dimensionali
- familiarizzare con alcune differenze essenziali dell'analisi in spazi a dimensione finita e infinita

Capacità di applicare conoscenza e comprensione:

- essere in grado di impostare l'analisi qualitativa e numerica di certe soluzioni e della loro stabilità saper effettuare un'analisi base della dinamica al variare di parametri saper applicare metodi numerici per lo studio della dinamica a modelli matematici anche realistici

Autonomia di giudizio:

- saper individuare le fasi essenziali e i metodi adatti per l'analisi della dinamica

Abilità comunicative:

- saper presentare l'analisi dei comportamenti dinamici anche ad un pubblico non specialista
- saper discutere le caratteristiche principali di certi modelli matematici

Capacità di apprendimento:

- approfondire in maniera autonoma a partire dalla bibliografia consigliata
- estendere i risultati e i metodi appresi ad altri modelli.

## Prerequisiti

- argomenti del corso "Teoria e Metodi di Approssimazione"
- verranno richiamati ed utilizzati argomenti di analisi funzionale e complessa, ciò non precludendo la frequenza e l'apprendimento anche a chi non possedesse tali prerequisiti.

## Metodi didattici

- lezioni teoriche frontali
- laboratori su implementazione e uso di metodi per sistemi dinamici
- possibili brevi seminari su argomenti specifici.

## Altre informazioni

- i crediti del corso sono riconosciuti per il Percorso Formativo 24 CFU - DM 616/2017 (A-28 "Matematica e Scienze")
- lingua di insegnamento: Italiano (l'insegnamento può essere tenuto in lingua Inglese, su proposta della struttura didattica competente)
- le dispense del corso, scritte dal docente in lingua Inglese, risultano complete ed auto-contenute rispetto al programma, comprensive anche delle attività di laboratorio previste e dei relativi codici
- sono disponibili diversi argomenti per progetti di tesi, specialmente nel campo dell'analisi numerica e qualitativa di dinamiche di popolazioni.

## Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame orale con discussione sul programma e le attività laboratoriali del corso, con domande di verifica sugli aspetti sia teorici che applicativi, dimostrazioni di teoremi ed eventuali esercizi riguardanti lo studio della dinamica di semplici sistemi.



## Testi in inglese

### Contents

The course is focused on the analysis of stability and bifurcation of equilibria and periodic orbits of dynamical systems based on the principle of linearized stability. The systems under consideration are continuous in time and refer either to ordinary differential equations (first part) and to problems on infinite-dimensional Banach spaces (second part), through the study of functional differential and integral equations of retarded type. The program include both basic and advanced arguments of mathematical and functional analysis (e.g., fundamental systems of solutions, matrix exponential, Floquet theory, Lyapunov exponents, semigroup theory and generators and relevant spectral theory) and, in parallel, of numerical analysis, necessary to tackle the problems also from the application and computational standpoint (e.g., bifurcation and continuation methods, methods for boundary value problems, approximation of spectra of operators). The program is integrated with laboratory activities concerning the dynamical analysis of basic models with particular interest in applications. Concerning the latter, the context of reference is that of population dynamics, with emphasis on both classic and advanced models in epidemics and ecology. Due to its advanced character, both contents and exam can be adapted, also in relation to the interest of the students.

### Texts

Course notes written by the lecturer in English, including laboratory activities, relevant codes and specific references with respect to the treated arguments, made available on the e-learning webpage of the course subject to registration (<https://elearning.uniud.it/moodle/>).

<b>Objectives</b>	<p>It is an advanced course devoted to the study of dynamical systems, mainly in their numerical and applicative aspects. The student will have to:</p> <p>Knowledge and comprehension:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- know the basic aspects of the analysis of the dynamics of a system</li> <li>- have clear the recipe for the local stability analysis based on the principle of linearization</li> <li>- learn the guidelines to study the changes in the dynamical behaviors due to varying parameters</li> <li>- understand the fundamentals of the methods of numerical continuation and spectral approximation, also in infinite-dimensional contexts</li> <li>- become familiar with some essential differences between spaces with finite and infinite dimension</li> </ul> <p>Capacity of applying knowledge and comprehension:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- be able of setting the qualitative and numerical analysis of certain solutions and of their stability</li> <li>- know how to perform a basic analysis of the dynamics under parameter variation</li> <li>- know how to apply numerical methods to the study of the dynamics of mathematical models, also realistic ones</li> </ul> <p>Autonomy of judgement:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- know how to individuate the main steps and the suitable methods for the analysis of the dynamics</li> </ul> <p>Communication skills:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- know how to illustrate the analysis of the dynamical behaviors also to a non-specialized audience</li> <li>- know how to discuss the principal features of certain mathematical models</li> </ul> <p>Learning skills:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- deepen the study autonomously starting from the suggested bibliography</li> <li>- extend results and methods also to other models.</li> </ul>
<b>Prerequisites</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- arguments of the course Approximation Theory and Practice</li> <li>- arguments of functional and complex analysis will be recalled and used, this not impeding attendance and learning to those without such requisites.</li> </ul>
<b>Teaching Methods</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- front theoretical lectures</li> <li>- laboratory activities on implementation and use of methods for dynamical systems</li> <li>- possible seminars on specific arguments.</li> </ul>
<b>More Information</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- the credits are valid for Percorso Formativo 24 CFU - DM 616/2017 (A-28 "Matematica e Scienze")</li> <li>- teaching language: Italian (the course can be taught in English on proposal of the competent didactic structure)</li> <li>- the course notes, written by the lecturer in English, are complete and self-contained relatively to the program, and include laboratory activities and relevant codes</li> <li>- several arguments are available for thesis projects, especially in the field of numerical and qualitative analysis of population dynamics.</li> </ul>
<b>Verification of learning</b>	<p>Oral examination with discussion on the program and on the laboratory activities of the course, with questions on either theoretical and application aspects, proofs of theorems and possible exercises concerning the study of the dynamics of simple systems.</p>